

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ВАКУУМНАЯ И КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

В.М.Комаровская


« 11 » 01 2019 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ
НИОБИЯ НА ОСНОВУ ИЗ МЕДИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ

Специальность 1-36 20 04 «Вакуумная и компрессорная техника»

Обучающийся
группы 10904114

 И.В.Утекалко

Руководитель

 И.И.Вегера

Консультанты

по разделу технологическому

 И.И.Вегера

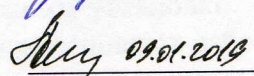
по разделу конструкторскому

 И.И.Вегера

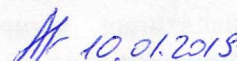
по разделу экономическому

 4.01.19 Н.В.Зеленковская


по разделу автоматизации

 09.01.2019 А.Л.Савченко

по разделу охраны труда

 10.01.2019 Г.Л.Автушко

Ответственный за нормоконтроль

 11.01.19 В.М.Комаровская

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - 69 страниц;

графическая часть - 9 листов;

магнитные (цифровые) носители - _____ единиц.

Минск 2019

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 71 с., 13 рис., 8 табл., 43 источник, 1 прил.

Объектом исследования является вакуумная установка для электронно-лучевого нанесения покрытий на детали.

Цель проекта является изучить технологию и оборудование для нанесения покрытия на основе ниобия.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования:

- определено назначение и область применения резонаторов с покрытием из ниобия;
- разработан нагреватель для деталей;
- проанализировано назначение, устройство и принцип работы вакуумной установки ВУ-1А, и представлены предложения по усовершенствованию вакуумной установки;
- рассчитана себестоимость детали с покрытием, и определена экономическая эффективность проектного варианта технологического процесса.

Приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гинзбург, В. Л. К теории сверхпроводимости / В. Л. Гинзбург, Л. Д. Ландау // ЖЭТФ. - 1950. – т.20, 1064 с.
2. Padamsee, H. RF Superconductivity for Accelerators / H. Padamsee, J. Knobloch, T Hays. – John Wiley&Sons, Inc. 1998. – P. 515.
3. Диденко, А. Н. Сверхпроводящие резонаторы и волноводы / А. Н Диденко. – Москва: Сов. радио, 1973. – 342 с.
4. XFEL: The European X-Ray Free-Electron Laser. Technical design report. - Hamburg: DESY, 2006. – P. 36.
5. The International Linear Collider. Technical Design Report. Vol. 3: Accelerator, 2013. – P. 48.
6. Sekutowicz, J. K. Proc. of the CAS–CERN Accelerator School: RF for accelerators / J. K. Sekutowicz, - Denmark: Ebeltoft, 2010. – P. 369–393.
7. Диденко, А. Н. Сверхпроводящие ускоряющие резонаторы / А. Н Диденко. – Москва, 2008. – 287 с.
8. Leemann, C. W. Annual Review of Nuclear and Particle Science / C. W. Leemann, D. R. Douglas, G. A. Krafft // Technical. - 2001. – Vol. 51, № 8. – P. 413–450.
9. Reece, C. et al. Proc. of the 1993 Particle Accelerator Conference / C. Reece. – Washington: Piscataway, 1993. – P. 1016–1018.
10. Aune, B. et al. Physical Review Special Topics – Accelerators and Beams / B. Aune // Technical. - 2001. - Vol. 3, № 9. – P. 329.
11. Батурицкий, М. Н. Наука и инновации / М. Н. Батурицкий, В. Г. Карпович // Наука и техника. - 2013. - № 7. – С. 39–41.
12. Gresele, A. et al. Proc. of 16th Int. Conf. on RF Superconductivity / A. Gresele. - Paris, France, 2013. – P. 177–179.
13. Sulimov, A. et al. Proc. of 16th Int. Conf. on RF Superconductivity / A. Sulimov. - Geneva: JACoW, 2014. – P. 234–236.
14. Kui, Z. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A / Z. Kui // Science. - 2002. - Vol. 48. – P. 125–128.
15. Saeki, T. et al. Proc. of the 5th Int. Particle Accelerator Conference / T. Saeki. - Geneva: JACoW, 2014. – P. 2528–2530.
16. Иванов, А. Б. Электронно-лучевое напыление: технология и оборудование / А. Б. Иванов, Б. С. Смирнов // Промышленные нанотехнологии. - 2012. - №6 – С. 28-34.
17. Линтон, Э. А. Сверхпроводимость / Э. А. Линтон. - Изд.2. пер. с англ. Под ред. Л. П. Горькова. - Москва: Мир, 1971. – 169 с.
18. Савицкий, Е. М. Металловедение сверхпроводящих сплавов / Е. М. Савицкий, А. В. Ермолов. - Минск: Наука, 1969. – 303 с.

19. Техническая документация по установке электронно-лучевого напыления ВУ-1А. Сморгонь, 1988.
20. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в вакуумных схемах. Элементы вакуумных систем: ГОСТ 2.796-95. – Минск. – Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 12 с.
21. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электривакуумные: ГОСТ 2.731-81. – Москва: Изд-во Стандартов, 1998. – 39 с.
22. Лунёв, В. М. Адгезионные характеристики покрытий и методы их измерения / В. М. Лунёв, О. В. Немашкало. - Украина: Харьковский физико-технический институт, 2010. – С.67-71.
23. Головин, Ю. И. Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикрообъемах, тонких приповерхностных слоях и пленках (обзор) / Ю. И. Головин // Физика твердого тела. - 2008. – Т. 5, № 12. – С. 2113-2142.
24. Покрытия металлические и неметаллические, неорганические. Методы контроля. ГОСТ 9.302-88. – 56 с.
25. Гринченко, В. Т. Нанесение металлических пленок на подложки из различных материалов вакуумным плазменно-дуговым методом, неорганические материалы / В. Т. Гринченко, Н. А. Капралова, Н. И. Кудряшев // Рос. Ак. Наук. - 1992. – Т. 28, № 8. – С. 1630-1634.
26. Зимон, А. Д. Адгезия пленок и покрытий / А. Д. Зимон. – М.: Химия, 1977. – 351 с.
27. Маслов, Е. Н. Теоретические основы процесса царапания металлов / Е. Н. Маслов. – Москва: Наука, 1968. – С. 24-44.
28. Гейликман, Б. Т. Кинетические и нестационарные явления в сверхпроводниках / Б. Т. Гейликман, В. З. Кресин. - Москва: Наука, 1972. - 248 с.
29. Богданович, Б. Ю. Ускоряющие структуры и СВЧ устройства линейных коллайдеров / Б. Ю. Богданович, В. Е. Калюжный, Н. П. Собенин. - Москва: Энергоатомиздат, 2004. - 300 с.
30. Савченко, А. Л. Системы управления технологическими объектами / А. Л. Савченко. - Минск: БНТУ, 2013. – 28 с.
31. Бабук, И. М. Расчет экономической эффективности внедрения новых технологических процессов: уч. – метод. пособие для студентов машиностроительных специальностей / И. М. Бабук, А. А. Королько, Е. Н. Костюкевич. - Минск.: БНТУ, 2010. – 53 с.

32. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: ГОСТ 12.1.005-88. Минск: Минздрав, 2013. – 16 с.
33. Естественное и искусственное освещение: ТКП 45-2.04-153-2009. Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2009. – 104 с.
34. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН №115. Республики Беларусь: Минздрав, 16.11.2011. – 27 с.
35. Ультразвук. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.001-89. – 18 с.
36. Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, в административных и общественных зданиях: СанПиН №132. - Введ. 26.12.2013. – 32 с.
37. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация: ГОСТ 12.4.011-75. Минск: Минздрав, 2008. – 30 с.
38. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утв. Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Введ. 27.12.2005г. №56 (с изм. от 13.10.2007г. №121 и 16.04.2008г. №31)
39. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. ТКП 474–2013 (02300). – 27 с.
40. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. – 42 с.
41. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-190-2010. Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2015. – 82 с.
42. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации: ТКП 295-2011. Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2006. – 53 с.
43. Здания и сооружения. Эвакуационные пути и выходы. Правила проектирования. ТКП 45-2.02-22-2006. – 57 с.